stoff, so bei den Forellen wiederum ein Carotinoid, das Astaxanthin. Um dem Leser eine Vorstellung zu geben, in welch geringer Menge diese Stoffe wirken, sei bemerkt, daß in 13 500 Forelleneiern 1 Gamma, d. i. 1/10 000 mg, vorhanden war. Auch bei anderen Tiergruppen, wie Würmern, Schnecken, Muscheln, Mantel- und Wirbeltieren, sind vier derartige Gamone nachgewiesen. Überall, wo eine genaue Analyse durchgeführt werden konnte, hat sich gezeigt, daß der Erfolg der Befruchtung von dem mengenmäßigen Zusammenspiel der sich gegenseitig beeinflussenden Gamone abhängt. In der Wirkung der Gamone kann daher die allgemeine physiologische Grundlage der Befruchtungsvorgänge erblickt werden. Mit ihrem experimentellen Nachweis ist die Sexualitätshypothese der Befruchtung bis auf ihre chemischen Grundlagen zurückgeführt und kann als endgültig bewiesen gelten.

Hervorgehoben sei noch, daß nach weiteren Untersuchungen von KUHN, MOEWUS und ihren Mitarbeitern die Gamone der Alge *Chlamydomonas* von der Wirkung der geschlechtsbestimmenden Gene M und F abhängig sind. Außerdem sollen noch einige weitere Erbfaktoren, die besondere Zwischenstoffe bilden, eine Rolle spielen. Es handle sich also nicht um ein einziges Gen und einen einzigen Stoff, sondern um eine Kette von Genen und Stoffen, von denen einer den anderen zur Auslösung bringt. Fast gleichzeitig fanden KÜHN und BECKER für die Mehlmotte und unabhängig davon in Amerika BEADLE und EPHRUSSI für *Drosophila*, daß zur Bildung gewisser Pigmente in Augen, Hoden und Larven drei Erbfaktoren nacheinander drei bestimmte Stoffe erzeugen. BUTENANDT und KÜHN und ihre Mitarbeiter konnten die chemische Natur dieser pigmentbildenden Stoffe und ihre Vorstufen aus der in jeder Zelle vorhandenen Aminosäure Tryptophan nachweisen. Ganz entsprechende Ergebnisse haben BEADLE und seine Mitarb. an *Drosophila* gewonnen.

Die neuesten amerikanischen Untersuchungen von BEADLE, TATUM und ihren Mitarbeitern an dem Pilz *Neurospora* und an Bakterien ergaben nun überraschenderweise, daß auch bei diesen dieselben genabhängigen Stoffe gebildet werden. So wird zum Beispiel durch dieselben beiden ersten Gene, durch die die Pigmente der Insekten von der Aminosäure Tryptophan aus zustande kommen, auch vom Tryptophan aus die Nikotinsäure gebildet. Die Nikotinsäure aber ist ein notwendiger Bestandteil eines für die Zellen aller Organismen wirksamen Atmungsfermentes. Die eben erwähnten Stoffe bilden mit gewissen anderen genabhängigen Vitaminen und anderen Wirkstoffen ganze Ketten von chemischen Reaktionen beim Aufbau der Aminosäuren, der Grundbestandteile der spezifischen pflanzlichen und tierischen Eiweißsubstanzen, sowie verschiedener Wirkstoffe. Durch den Nachweis, daß bei diesen grundlegenden Stoffwechselvorgängen von Bakterien, Pilzen, verschiedenen Insekten und — wie man neuerdings festgestellt hat — auch Säugetieren die gleichen wichtigen Aufbaustoffe, Fermente und Vitamine in gleicher Weise gebildet werden, eröffnen sich bisher ungeahnte Perspektiven für die Erkenntnis der grundsätzlichen Einheitlichkeit und Verflochtenheit tierischer und pflanzlicher Stoffwechselvorgänge und somit für das Verständnis der Lebenserscheinungen überhaupt. Mit dem Hinweis auf die letzten Ergebnisse über die physiologisch-chemischen Wirkungen der Erbfaktoren sind wir bis zu der vordersten Front der Genetik und der Lebensforschung überhaupt vorgestoßen. Damit hat sich zugleich die Verbindung ergeben mit dem grundsätzlichen Stoffwechselvorgang der Stickstoffbindung im Haushalt der Natur, den wir eingangs betrachtet haben.

Deutlicher kann die synthetische Wirkung und die zentrale Bedeutung der Genetik für die allgemeine Biologie nicht betont werden.

Pflanzenrohstoffe als botanisches und landwirtschaftliches Problem

Von Prof. Dr. CONSTANTIN VON REGEL, Bagdad*)

Es gibt zwei ungeheure Rohstoffquellen auf unserer Erde, die mineralischen, wie Erdöl, Kohle, Metalle, und die pflanzlichen, wie Fette und Öle, Fasern, Gerbstoffe, Kautschuk, Guttapercha und Balata, Harze und Schleime, ätherische Öle, Farbstoffe, Saponine, Drogen, Holz und Zellulose usw. Während die ersteren sich allmählich erschöpfen, erneuern sich die zweiten immerwährend, ihre Gewinnung läßt sich in den landwirtschaftlichen Prozeß der Gewinnung von Nahrungsmitteln eingliedern. Allerdings haben die Erfolge der chemischen Synthese bei der Gewinnung zahlreicher Arzneistoffe, Gerbstoffe, Farben usw. die Aussicht von der Vorzüglichkeit der Methoden der Synthese im Laboratorium bestärkt. Daher beobachten wir auch einen Stillstand in der Verarbeitung der Pflanzen auf die in ihnen enthaltenen Rohstoffe hin, der sich Ende des vorigen Jahrhunderts bemerkbar gemacht hat, insbesonders auf dem Gebiete der Farben, der ätherischen Öle, der Arzneien, der Gerbstoffe usw. Man glaubte eben, alle diese Stoffe ausnahmslos durch künstliche, synthetische ersetzen zu können. Viel geringer blieben jedoch die Erfolge der Chemie auf dem Gebiete der Nahrungsmittelerzeugung; denn Eiweiß, Zucker, Stärke, Fette u. a. werden nur aus Pflanzen gewonnen, und eine künstliche Synthese mancher Nahrungsmittel wäre mit einem solchen Aufwand von Energie verknüpft, daß sie in keinem Verhältnis zu der Arbeit und dem Aufwand an Material steht, den der Anbau der Pflanzen, die Düngung des Bodens und deren Verarbeitung erfordert.

*) Vortrag gehalten am Internationalen Botanischen Kongreß in Stockholm.

Prof. Dr. C. VON REGEL (geb. 10. August 1890) ist Direktor des Botanischen Institutes des University College of Arts and Science in Baghdad.

Lassen wir uns ausschließlich vom Problem der Rentabilität leiten, so werden wir wohl öfters den synthetischen Stoffen den Vorzug geben, und nur dann zu den natürlichen, aus den Pflanzen gewonnenen greifen, wenn wir keine synthetischen herstellen können. Doch kann die Wirtschaftlichkeit erhöht werden, wenn wir von der oft primitiven und rückständigen Technik der Ausnützung der in den Pflanzen vorhandenen Rohstoffe auf eine rationellere und vollkommenere übergehen. Das ganze Problem der pflanzlichen Rohstoffe läßt sich in folgende Punkte zusammenfassen, aus denen die Wirtschaftlichkeit der Verwendung dieser Rohstoffe ersichtlich wird.

1. Die Gewinnung von Rohstoffen aus Pflanzen läßt sich nur dann rechtfertigen, wenn die betreffenden, Rohstoffe liefernden Pflanzen an Stellen angebaut werden, die für die Gewinnung von Nahrungsmitteln nicht geeignet sind. Es kommen daher vor allem die Ödflächen in Betracht, die der Gebirge, der nordischen Gegenden, die Gerölle, die sandigen Böden, die Moore.

2. Die Rohstoffe liefernden Pflanzen müssen in den allgemeinen landwirtschaftlichen Prozeß eingefügt werden und zusammen mit Nahrungs- und Futterpflanzen Erträge geben. Hier käme es vielleicht auf die Züchtung solcher schnellreifender, Rohstoffe liefernder Pflanzen an, die, sagen wir nach der Ernte des Getreides im Sommer, noch im gleichen Jahre einen Ertrag an Öl geben könnten. Zudem kämen kombinierte Kulturen in Frage, wie zum Beispiel von Mais mit Ölkürbis, wie sie zum Beispiel in der Steiermark häufig anzutreffen sind.

3. Überaus wichtig ist die mehrseitige und möglichst allseitige Nutzung der Pflanzen, von der in hohem Grade die Wirtschaftlichkeit abhängt. Darunter verstehen wir die Nutzung nicht auf einen Rohstoff hin, sondern eine möglichste allseitige, bei der mehrere Rohstoffe gewonnen werden. Etwas absolut Neues ist diese Nutzung nicht; denn man ist schon lange dazu übergegangen, bei der Verarbeitung tierischer oder mineralischer Produkte alle Abfälle möglichst restlos auszunutzen. Die meisten technischen Pflanzen enthalten oft nur einen kleinen Prozentsatz von nutzbaren Stoffen. Die Mehrzahl der Arzneistoffe und ätherische Öle enthaltenden Pflanzen besitzen davon oft nur wenige oder nur einige Zehntelprozente des Trockengewichtes. So können bei *Pelargonium* nur 0,4% als ätherisches Öl genutzt werden und 99,6% werden nicht genutzt und sind als Abfälle zu betrachten. Ähnliches ist auch bei vielen gerbstoffhaltigen Pflanzen der Fall. Eine chemische Synthese hätte hier jedenfalls große Vorteile und ist bedeutend wirtschaftlicher, die Rentabilität käme erst in Betracht, wenn es gelänge, alle Abfälle restlos zu verwerten. Zu solchen Pflanzen mit mehrseitiger Nutzung gehören u. a. der Mais, aus dem gegen 50 verschiedene Produkte gewonnen werden, dann die Sojabohne und manche andere. Von der Kartoffel wurden bis vor kurzem die Knollen allein genutzt und das Kraut auf dem Felde liegen gelassen. Doch ergaben technische Vorarbeiten, daß es sich zur Gewinnung von Zellstoff eignet und daß, falls das Problem des Einsammelns und des Transportes der Kartoffelstaude gelöst würde, die Wirtschaftlichkeit des Anbaus der Kartoffel gewaltig gesteigert werden könnte. Dabei wird das Problem der Gewinnung von Zellstoff immer aktueller; denn ungeheure Mengen davon verbraucht die Papierindustrie und in immer steigender Menge wird Zellstoff für die Herstellung von Kunstfasern gebraucht, wenn ihm nicht im Nylon ein ernster Konkurrent entsteht. Die schon gelichteten Wälder Europas können dem Bedarf nicht mehr genügen, so daß man in immer steigendem Grade nach anderen Zellstofflieferanten suchen muß, wie im Stroh der Getreide, in den Stengeln des Mais, in Ginster, Schilf und Espartogras. Dabei ist die Nutzung der Holzbestände eine extensive, nicht rationelle; denn 40 bis 55% der ganzen Baummasse, wie Zweige, Wipfel, Wurzeln, Blätter und Nadeln, werden nicht genutzt, sind Abfall. Aus den übrigen Teilen der Bäume werden 20—35% mechanisch bearbeitet und als Bauholz genutzt und 40—45% chemisch und technologisch verwertet, als Zellulose und als Papier, so daß Ausnutzungskoëffizient beim Holz nicht mehr als 20 bis 30% und die Verluste im Walde und in den Fabriken 70—80% betragen. Mit der Verwertung solcher Abfälle hat sich die mehrseitige Nutzung zu beschäftigen; denn die Pflanze besteht zum hohen Grade gerade aus Zellulose, aus Lignin, Pentosanen usw., die als Ausgangsstoffe für zahlreiche andere Produkte der organischen Synthese, Preß- und Farbstoffe, Kunstseide, Lacke, ja sogar für Futter- und Nahrungsmittel dienen können. Wir brauchen ja nur auf die Verzuckerung des Holzes hinzuweisen und auf die Herstellung von eiweiß- und zuckerhaltigen Stoffen. Dabei handelt es sich doch um Produkte, die, zum Teil wenigstens, Abfälle sind, die bei der Gewinnung anderer Stoffe übrigbleiben.

4. Mit dem Chemiker kann eigentlich nur noch der Pflanzenzüchter, der Selektionär wetteifern, dessen Aufgabe es ist, den Gehalt an nutzbaren Stoffen durch geeignete Zucht zu erhöhen. Wenn wir in Betracht ziehen, daß ein großer Teil der Rohstoffe liefernden Pflanzen Wildpflanzen und nicht Kulturpflanzen sind, so würde das Problem darin liegen, diese zu domestizieren und damit den Gehalt an nutzbaren Stoffen zu erhöhen. Wenn es gelungen ist, den Gehalt an Zucker der wilden Rübe von wenigen Prozenten bis auf 20 ja 25% bei der Zuckerrübe zu erhöhen, so müßte dies auch bei anderen Pflanzen gelingen, die Alkaloide, Glykoside und andere Stoffe enthalten, wodurch die Wirtschaftlichkeit ihres Anbaus erhöht würde.

5. Es gibt jedoch eine ganze Menge überhaupt nicht genutzter oder nur wenig genutzter Rohstoffquellen pflanzlicher Herkunft. Die Grünalgen, die man bisher als wertlos ansah, lassen sich zur Gewinnung von Fett heranziehen, wobei, wie es Versuche in den USA. und in Deutschland zeigten, 1—4 Kilogramm Fett pro Quadratmeter im Jahr gewonnen werden können, gegen ca. 100 Gramm pro Quadratmeter beim Anbau von Ölfrüchten. Dies würde heißen, daß man in Zukunft vielleicht zur Fettgewinnung Teiche anlegen und in diesen Grünalgen kultivieren wird. Aus Schimmelpilzen wird das Penicillin gewonnen, darauf setzte die systematische Durchforschung anderer Pflanzen nach Antibiotica, das heißt nach Stoffen, die schädlich auf Lebewesen einwirken, ein.

Gewisse *Strophanthus*-Arten enthalten Ausgangsstoffe für die Herstellung des Cortisons, das als Heil-

mittel gegen die Arthritis eine große Zukunft hat. Die Meeresalgen sind eine geradezu unerschöpfliche Rohstoffquelle für die verschiedensten Stoffe, die in der Technik gebraucht werden und die bis jetzt so gut wie nicht ausgebeutet wird. Dazu gibt es zahlreiche Pflanzen, deren Domestikation überhaupt nicht in Angriff genommen wurde, aus denen man aber Kulturpflanzen züchten könnte für solche Gegenden oder solche Böden, für die es jetzt keine geeignete Rohstoffe liefernde Pflanzen gibt. Man könnte zum Beispiel auf der Grundlage einheimischer Arten Faserpflanzen, Gerbstoffpflanzen, Ölpflanzen usw. züchten, die sich für den Anbau im Hochgebirge oder auf den Ödflächen des Nordens eignen würden. So gibt es in der Tundra Futtergräser, wie *Arctophila, Dupontia* u. a., aus denen man arktische Futtergräser schaffen könnte, oder aber gerbstoffreiche Weiden und Seggen mit Fasern, die man ebenfalls domestizieren könnte. Alpine Lein-Arten ließen sich zur Züchtung von Ölpflanzen für das Hochgebirge verwenden und andere Pflanzen wieder zur Gewinnung von Drogen, von Kautschuk, Zellulose usw.

Eine systematische Durchforschung der gesamten Pflanzenwelt auf die in ihr enthaltenen Rohstoffe wird einsetzen müssen; denn erst dann werden wir einen Gesamtüberblick über die auf der Welt vorhandenen Rohstoffe und die Möglichkeit ihrer Verwertung erhalten können.

6. Eine umfangreiche Planierung, oder wie die Sowjetrussen sagen, Rayonnierung, auf bioklimatischer Grundlage zum rationellsten Anbau der Rohstoffe liefernden Pflanzen wird nötig sein und ist schon für einige solcher Pflanzen, wie zum Beispiel für Arzneipflanzen, begonnen worden. Die Erde wird, falls es nicht schon stellenweise der Fall ist, in kleinere landschaftliche Einheiten eingeteilt werden müssen, die hinsichtlich Klima, Boden und anderen Bedingungen der Umwelt eine gewisse Einheit bilden und auf Grund der dann die Möglichkeit des Anbaus der einen oder anderen Pflanze entschieden werden kann.

7. Schließlich kommen noch die mit dem Anbau von Rohstoffe liefernden Pflanzen verknüpften sozialen Fragen hinzu. Wenn es uns gelingt, durch den Anbau von hochwertigen, ertragreichen Pflanzen der Landwirtschaft einen lohnenden Verdienst zu geben, wenn es gelingt, dem schwer um seine Existenz ringenden Bergbauern die Möglichkeit zu geben, durch den zusätzlichen Anbau von Rohstoffe liefernden Pflanzen die brach daliegenden Ödländereien auszunützen, wenn es uns schließlich gelingt, die Ödflächen des Nordens oder der Wüste mit einträglichen Kulturen zu bestellen und damit die Besiedelung dieser Gegenden zu fördern, so werden wir, bei der fortwährend steigenden Dichte der Bevölkerung der Erde, eine Aufgabe erfüllen, die bevölkerungspolitisch und sozial von Bedeutung ist. Als Beispiel dafür, mit welchen Aufgaben sich die Erforschung pflanzlicher Rohstoffe befassen muß, ersehen wir daraus, daß zum Beispiel die Internationale Komission zur Bekämpfung von Rauschmitteln nach Kulturen Ausschau hält, die den Anbauern einen gleichwertigen Ersatz für den einzuschränkenden Anbau des Opiums geben könnte. Dasselbe ist auch mit gewissen anderen tropischen Kulturen, dem Haschisch, dem Kokain usw. der Fall. Probleme, die über den Rahmen des Botanikers herausgreifen und den Verfasser bewogen, sich mit der Gründung eines internationalen Verbandes zu befassen, der sich mit allen Fragen betreffend die Erforschung und Verwertung der pflanzlichen Rohstoffe befassen soll und für die schon zahlreiche Zustimmungen aus allen Weltteilen vorhanden sind. Diese Bestrebungen sollen in der neuen Zeitschrift Materiae vegetabiles, ihren Niederschlag finden, die von Prof. F. Tobler, St. Gallen, und dem Verfasser im Verlag von Dr. Junk, den Haag in Holland, herausgegeben wird.

C. Regel: Pflanzen in Europa liefern Rohstoffe. Schweizerbart. Stuttgart 1945.

C. Regel: Zahlreiche kleinere Aufsätze in versch. Zeitschriften.

Nachwort. Am Kongreß wurde die Gründung einer Internationalen Kommission für pflanzliche Rohstoffe beschlossen, die der Internationalen Union für Biologische Wissenschaften angegliedert ist. Organ der Kommission sind die Materiae vegetabiles. Die erste Tagung wird 1954 am Internationalen Botanischen Kongreß in Paris erfolgen.

Neuere Ergebnisse der Krebsforschung

Von Prof. Dr. Hans Lettré, Heidelberg*)

Institut für experimentelle Krebsforschung der Universität

Die Krebsforschung steht in einem Niemandsland, wie Darlington es genannt hat, zwischen den einzelnen Disziplinen, der Biologie, Medizin, Pathologie, Genetik, Virusforschung, Biochemie und Biophysik. So sehr sich alle Disziplinen um eine Klärung des Krebsproblems mit ihren Methoden bemühen, so verschiedenartig sind auch die Betrachtungsweisen. Wenn Ernst Mach formulierte: eine Sache erklären heißt, sie auf Bekanntes zurückführen, so ergibt sich auch hier, daß jede Fachrichtung eine Erklärung aus den ihr vertrauten Begriffsbildungen versucht. Ich selbst als Biochemiker laufe damit Gefahr, mit einer chemischen Interpretation auch nur einen einseitigen Aspekt zu geben. Die Notwendigkeit der chemischen Betrachtungsweise im Anschluß an die morphologische ist aber evident, und sowohl für die Fragen der Ursachen wie der Deutung der Eigenschaften der Malignität wie auch weiterhin für die Beeinflussungsmöglichkeiten von grundsätzlicher Bedeutung.

*) Vortrag, gehalten beim „Kongreß für ärztliche Fortbildung 1953" der Medizinischen Gesellschaft für Oberösterreich, am 26. Juni 1953 in Linz. Erschienen in Wiener Medizinische Wochenschrift *103,* 627 (1953).

Prof. Dr. *H. Lettré* (geb. 29. November 1908) ist der Direktor des Instituts für experimentelle Krebsforschung der Universität Heidelberg. Hauptarbeitsgebiete Biochemie und Krebsforschung.